Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.	24	85–96	München, 31. 12. 1984

Die Echinozoa der Schwammkalke von Biburg (Oberoxford, Südliche Frankenalb)

Von BERNHARD KÄSTLE*)

Mit 3 Abbildungen, 2 Tabellen und 1 Tafel

Kurzfassung

Aus den Schwammkalken von Biburg bei Weißenburg/Bayern (oberes Oxford, *planula*-Zone) werden 9 Cidariden-Arten und ein Vertreter der Gattung *Collyrites* beschrieben. Es kann gezeigt werden, daß die Cidariden-Faunen verschiedener Oberjura-Vorkommen, nach der Zusammensetzung der Stachel-Typen, sehr ähnlich sind. Vergleiche mit rezenten Cidariden-Faunen weisen auf eine geringe Wassertiefe hin.

Abstract

Nine species of fossil cidarids and one species of the genus *Collyrites* are described from a Late Oxfordian sponge-algal patch reef near Biburg (Weißenburg, Bavaria). The Biburg assemblage is compared with three other Jurassic faunas of different ages and with environmental data of recent cidarids. Based on the morphologic features of the spines they all show such a conformity that a shallow water environment is suggested.

Einleitung

Im Mai 1980 wurde mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft in einem kleinen Schwammstotzen mit angrenzender Schichtfazies bei Biburg, Markt Nennslingen (Weißenburg, Bayern) gegraben (Abb. 1). Eine Beschreibung der Fundstelle sowie eine Faunenübersicht wurden von SCHAIRER und YAMANI (1982) gegeben.

Neben der systematischen Bearbeitung der gefundenen Seeigel interessierte es, ob mit Hilfe der Echiniden Aussagen zur Palökologie und zur Paläobathymetrie möglich sind. Eine Auswertung von Daten über die Verbreitung rezenter Cidariden zeigte, daß die Ausbildung der Stacheln ein brauchbares Hilfsmittel zur Angabe von Wassertiefen zu sein scheint. Diese Arbeitshypothese soll anhand einer Klassifizierung der Stacheln in drei Form-Typen und in einem Vergleich mit anderen Cidariden-Faunen aus dem Malm Süddeutschlands überprüft werden.

*) Dipl.-Geol. B. KÄSTLE, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität München, Richard-Wagner-Straße 10, 8000 München 2.

Das Belegmaterial zu vorliegender Arbeit befindet sich unter den angegebenen Inventarnummern in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München.

Ich möchte den Herren Dr. R. Förster und Dr. G. Schairer für Anregungen und Diskussionen danken, sowie Herrn F. Höck für die Fotografien. Das gesamte Material von Biburg liegt in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie (BSP) unter der Inventarnummer 1980 XXX.

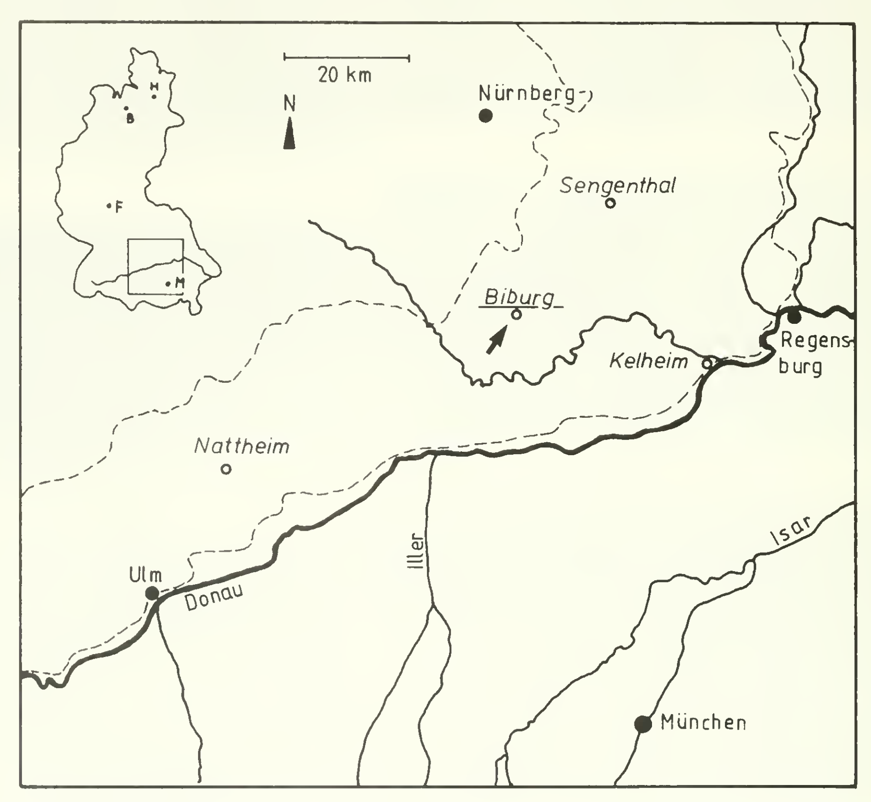


Abb. 1: Lage der Fundstelle.

Beschreibung der Fundstücke

Plegiocidaris coronta (Schlotheim)
Taf. 1, Fig. 6, 9, Abb. 3c

1820 *Echinus coronatus* – Schlotheim: 313–314.
1826 *Cidarites coronatus* – Goldfuss: 119, Taf. 39, Fig. 8a–f.
1875–80 *Cidaris coronata* – Cotteau: 132–140, Taf. 176, 177.
1975 *Plegiocidaris coronata* – Hess: 86, Abb. 34, Taf. 27, Fig. 1–3.

Material: Ein vollständiger Stachel (Bank 4, 1980 XXX 430), zwei Bruchstücke (Bank 6, 1980 XXX 427, 437).

Beschreibung: Der Stachel, der etwa 2,8 cm lang ist, läuft nach oben hin spitz zu. Der Kragen ist nur durch einen leichten Wulst vom Schaft abgesetzt. Der Schaft wird von Reihen kleiner Warzen überzogen. Bei dem einen Stachelrest ist nur der mittlere Schaftteil erhalten. Er ist massiger als das erste Stück und von eng stehenden Warzenreihen besetzt. Das zweite Bruchstück, ein Schaft mit dem Stumpf eines Kragens, ist von Längsriefen überzogen, die zur Schaftbasis hin in kleine Warzen auslaufen. Der Schaft ist durch einen schmalen Ring vom Kragen abgesetzt. Die Stachelspitze ist einseitig abgenützt.

Vorkommen: Bisher bekannt aus Oxford – Tithon (Weißjura Alpha-Zeta).

Plegiocidaris elegans (Münster)
Taf. 1, Fig. 1, 2, Abb. 2, 3b

1826 *Cidaris elegans* – Münster in Goldfuss: 118, Taf. 39, Fig. 5 (außer f).
1875–80 *Cidaris elegans* – Cotteau: 120–124, Taf. 173, Fig. 9–14.

Material: Zwei Koronen. Die eine ist vollkommen erhalten (Bank 5, 1980 XXX 423), die andere nur zu ⅓ aus dem Gestein gewittert (Bank 6, 1980 XXX 436).

Beschreibung: Die Primärwarzen sind kreisförmig von dicht stehenden Ringwarzen umgeben. Die Warzenhöfe liegen durchweg weit auseinander (ca. ½ Warzenhofdurchmesser). Die Kegelspitze ist gezähnt. Die wenigen Miliärwarzen liegen verstreut zwischen den Primärwarzen. Durch die Verwitterung sind sie teils völlig weggelöst oder nur als leichte Erhebungen noch erkennbar.

Ambulacralfeld: Auf jedes Porenpaar trifft eine einzige Warze (Abb. 2). Neben den Ambulacralporen liegt eine Reihe gleichgroßer Warzen. Die beiden Warzenreihen schließen ein breites, glattes Feld ein.

Vorkommen: Bisher bekannt aus Oxford – Tithon.

Plegiocidaris monilifera (Goldfuss)
Taf. 1, Fig. 4, Abb. 2, 3d

1826 *Cidarites monilifera* – Goldfuss: 118, Taf. 39, Fig. 6.
1875–80 *Cidaris monilifera* – Cotteau: 163–168, Taf. 185, 186.

Material: Ein herausgewitterter Koronen-Teil mit Ambulacral- und Interambulacralfeld (Bank 7, 1980 XXX 425).

Beschreibung: Die drei erkennbaren Primärwarzen sind je von einem Kranz weit auseinanderstehender Ringwarzen umgeben. Der Warzenkegel ist leicht gezähnt. Die beiden oral gelegenen Warzenhöfe stoßen aneinander, der darüberliegende ist durch eine Lücke getrennt. Die verbleibenden Zwischenräume sind von einer großen Zahl Miliärwarzen dicht besetzt. Die einzelnen Platten sind leicht nach außen gewölbt.

Ambulacralfeld: Auf ein Porenpaar treffen im oral gelegenen Teil zwei Warzen, im mittleren drei bis vier (Abb. 2). Die zu den Poren hin gelegenen Warzen sind größer als die übrigen und in einer Reihe übereinander angeordnet.

Vorkommen: Bisher bekannt aus Oxford – Tithon.

Plegiocidaris quadritesselata (Quenstedt)
Abb. 2

v 1876 *Cidaris quadritesselata* – Quenstedt: 47, Taf. 62, Fig. 29.

Material: Eine schlecht erhaltene Korona (Bank 4, 1980 XXX 435).

Beschreibung: Die großen Primärwarzen sind von einem Kranz mäßig weit auseinanderstehender Ringwarzen umgeben. Es ist nicht erkennbar, ob die Warzenkegel gezähnt oder glatt sind. Die Warzenringe stoßen mehr oder weniger eng aneinander. Auf der Apikalseite sind die Warzenhöfe etwa kreisförmig, zur Oralseite hin werden sie zunehmend oval. Die wenigen Felder zwischen den Primärwarzen sind von kleinen Miliärwarzen bedeckt.

Ambulacralfeld: Auf die beiden kleinen Ambulacralporen trifft je eine große Warze (Abb. 2). Die Zwischenporenzone wird von zwei alternierenden Warzenreihen gebildet.

Bemerkung: Bei dem von QUENSTEDT (1876, Taf. 62, Fig. 28) dargestellten Exemplar handelt es sich ziemlich sicher nicht um *P. quadritesselata*. Im Gegensatz zu diesem treffen bei den Ambulacralfeldern auf je ein Porenpaar eine große und eine kleine Warze. Das Stück ist zu schlecht erhalten, um überall die Anzahl der Warzen erkennen zu können. Das Feld zwischen den beiden Porenreihen ist zudem breiter als bei *P. quadritesselata*.

Vorkommen: Bisher bekannt aus Oberkimmeridge (Weißjura Epsilon).

Plegiocidaris saemanni (COTTEAU)

Taf. 1, Fig. 3

1875 *Cidaris saemanni* – COTTEAU & TRIGER: 8, Taf. 2, fig. 1–4.
1875–80 *Cidaris saemanni* – COTTEAU: 45–48, Taf. 151, Taf. 152, Fig. 1–3.

Material: Ein Interambulacralfeld mit Teilen der angrenzenden Ambulacralfelder (lose, 1980 XXX 424).

Beschreibung: Die Warzenhöfe sind tief in die Platten eingesenkt. Der Warzenkegel ist deutlich gekerbt. Die winzigen Randwarzen, die kreisförmig um die Primärwarze angeordnet sind, stehen weit auseinander. Sie liegen auf einem leichten Wulst. Die Warzenhöfe stoßen zum Teil aneinander. Die Zwischenräume sind gleichmäßig von vielen Miliärwarzen, die etwa so groß wie die Ringwarzen sind, besetzt.

Ambulacralfeld: Auf ein Porenpaar treffen zwei, seltener drei ungleichgroße Warzen (Abb. 2). Dazwischen liegen vereinzelt noch winzige Warzen.

Vorkommen: Bisher bekannt aus Bajoc – Bathon.

Plegiocidaris propinqua (MÜNSTER)

Taf. 1, Fig. 11, Abb. 3a

1826 *Cidarites propinqua* – MÜNSTER in GOLDFUSS: 119, Taf. 39, Fig. 5; Taf. 40, Fig. 1.
1875–80 *Cidaris propinqua* – COTTEAU: 169–174, Taf. 188.
1975 *Paracidaris propinqua* – HESS: 86, Taf. 27, Fig. 7.

Material: Ein Stachel (Bank 7, 1980 XXX 432).

Beschreibung: Der 11 mm lange, keulenförmige Stachel ist von kleinen Dornen überzogen, die zur Stachelbasis hin kleiner werden. Schaft und Kragen gehen ineinander über.

In Privatbesitz (Coll. WILL) befindet sich eine gut erhaltene Korona, die zu zwei Dritteln aus dem Gestein herausgewittert ist. Die Ringwarzen stehen mäßig weit auseinander und haben einen zur Primärwarze hin gelegenen kleinen Hof. Die Warzenhöfe stoßen durchweg aneinander. Zwischen den beiden Primärwarzenreihen liegen in den winzigen verbleibenden Lücken einige Miliärwarzen.

Ambulacralfeld: Auf ein Porenpaar trifft eine große Warze. Die beiden Warzenreihen sind in der Mitte ein wenig auseinandergerückt, so daß für einzelne winzige Warzen noch Platz ist.

Vorkommen: Bisher bekannt aus Oxford – Kimmeridge (Malm Alpha – Delta).

Plegiocidaris blumbachi (Münster)
Taf. 1, Fig. 8, Abb. 3e–f

1826 *Cidarites blumbachi* – Münster in Goldfuss: 117, Taf. 39, Fig. 3.
1875 *Cidaris blumbachi* – Quenstedt: 70–73, Taf. 63, Fig. 57–59.
1975 *Plegiocidaris blumbachii* – Hess: 87, Abb. 36, Taf. 28, Fig. 6–7.

Material: Bruchstück eines Stachels (Bank 6, 1980 XXX 429).

Beschreibung: Es ist der mittlere Teil eines schlanken Stachels erhalten. Er ist von dicht stehenden Reihen winziger Dornen besetzt, die zur Basis hin auslaufen. Ein weiteres Stachelbruchstück ist dem oben genannten ziemlich ähnlich, jedoch zu klein, um es sicher zuzuordnen.

Vorkommen: Bisher bekannt aus Oxford – Tithon (Weißjura Beta – Zeta).

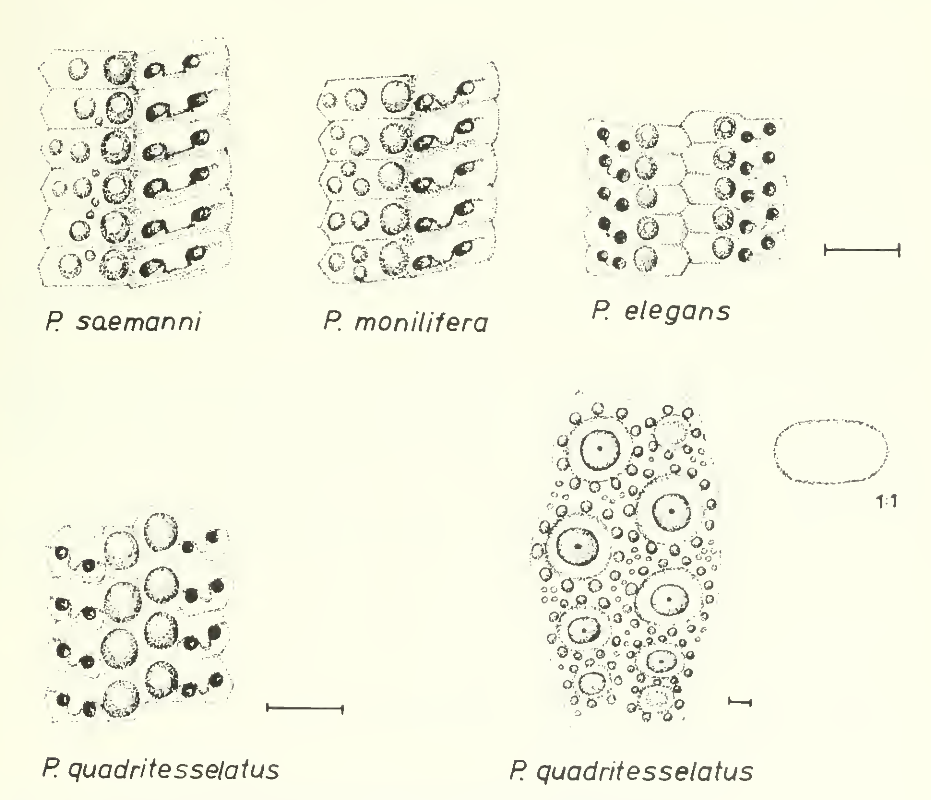


Abb. 2: Ambulacralfelder der Biburger Cidaridenkoronen. Balkenlänge 1 mm.

Polycidaris spinulosa (Roemer)
Taf. 1, Fig. 10

1836 *Cidarites spinulosa* – Roemer: 26, Taf. 1, Fig. 16.
1875–80 *Cidaris spinulosa* – Cotteau: 37–42, Taf. 148, Fig. 11–20; Taf. 149.
1975 *Polycidaris spinulosa* – Hess: 88, Taf. 34, Fig. 2–5.

Material: Drei Bruchstücke von Stacheln. (Bank 4 (2); 5 (1), 1980 XXX 431).

Beschreibung: Der 6,5 cm lange und 7 mm breite Stachel ist im Querschnitt flach oval. Die Oberfläche ist spärlich von andeutungsweise reihenförmig angeordneten Dornen besetzt. Die kräftigen Dornen werden bis 1 mm lang. Die beiden übrigen, sehr kurzen Bruchstücke sehen wie der eben beschriebene aus.

Vorkommen: Bisher bekannt aus dem Kimmeridge (Weißjura Gamma – Epsilon)

Polycidaris sp.

Material: Ein Stachelbruchstück (Bank 6, 1980 XXX 434).

Beschreibung: Der im Querschnitt ovale, 4 cm lange Rest ist von starken Graten überzogen, die vor allem im oberen Teil einzelne Knötchen tragen.

Rhabdocidaris caprimontana Desor
Taf. 1, Fig. 5

1858 *Cidarites cylindricus* –Quenstedt: 645, Taf. 80, Fig. 1.
1863 *Rhabdocidaris caprimontana* – Desor in Catier: 62
1875–80 *Rhabdocidaris caprimontana* – Cotteau: 228–287, Taf. 218, Fig. 5–7; Taf. 219; Taf. 220, Fig. 1–4.

Material: Eine Stachelspitze. (Bank 5, 1980 XXX 426).

Beschreibung: Der 4,5 cm lange Rest ist im oberen, breiten Teil flach oval und in der Mitte eingedellt, im unteren oval. Die Oberfläche ist von wenigen, dünnen, kaum erhabenen Graten überzogen.

Ein weiteres Stachelbruchstück wurde als *Rhabdocidaris* cf. *caprimontana* Desor bestimmt (Taf. 1, Fig. 7, 1980 XXX 428). Das flache, fächerförmige Stück trägt viele leicht dornige Grate. Die beiden Schmalseiten des Stachels sind von einer Reihe starker Dornen besetzt. Auch auf der Breitseite treten vereinzelt Reihen größerer Dornen auf. Das Stück ist zu wenig charakteristisch, um es sicher bestimmen zu können.

Vorkommen: Bisher bekannt aus Oxford-Kimmeridge (Weißjura Alpha – Delta).

Rhabdocidaris sp.

Material: Vier Stachelbruchstücke (Bank 1 (1), 4 (2), 5 (1).

Beschreibung: Die vier Reste sind im Querschnitt flach oval. Ihre Oberfläche ist von feinen Graten überzogen, die teils kleine Knötchen tragen.

Collyrites (Cardiopelta) cf. *carinatus* (Leske)
Taf. 1, Fig. 12

1778 *Spatangites carinatus* – Leske: 181, Taf. 51, Fig. 3–4.
1867 *Dysaster carinatus* – Cotteau: 80–85, Taf. 18.

Material: Eine Korona (Bank 6, 1980 XXX 433).

Beschreibung: Das schlecht erhaltene Exemplar ist nur zu einer Hälfte aus dem Gestein gewittert. Die erhaltene Mundpartie ist zu wenig charakteristisch, um das Stück eindeutig zuzuordnen.

Vorkommen: Bisher bekannt aus Oxford – Tithon (Weißjura Alpha – Zeta).

Nicht bestimmbare Reste

Es liegen außerdem zwei weitere Stachelreste vor. Einer davon gehört zu einem Rhabdocidariden. Drei Cidariden-Koronen sind so aus dem Gesten gesprungen, daß dabei alle Warzen abplatzten. Außerdem wurde der Abdruck einer Korona und zwei weitere, weitgehend verwitterte Koronen gefunden.

Biotop und Verbreitung oberjurassischer und rezenter Cidariden

Es ist immer wieder auffällig, daß an einer Fundstelle oft mehr Koronen als Stacheln gefunden werden, oder daß Stacheln scheinbar gänzlich fehlen. Ein rezenter Cidaride trägt je nach Art zwischen 30 und 65 Primärstacheln, im Mittel etwa 47. Auch im fossilen Bereich müßten Stacheln und Koronen in einem ähnlichen Verhältnis vorkommen. Bei allen im folgenden untersuchten Fundstellen sind Koronen wesentlich häufiger. Nur in Sengenthal stimmt das Verhältnis ziemlich gut (s. Tabelle 1). Vermutlich spielen die Fossilisation und die Erhaltung eine größere Rolle. Stacheln werden bei der Bergung leichter zerstört als Koronen. Die Stückzahlen von Nattheim sind nur bedingt verwendbar, da nicht alle gefundenen Stacheln von QUENSTEDT (1874) abgebildet wurden.

Von manchen Arten kennt man zwar die Koronen, aber nicht die dazugehörenden Stacheln. Verbergen sich die Stacheln hinter einer eigenen Art? Dies mag teilweise so sein. Es ist jedoch vorerst nicht möglich, sie bestimmten Koronen zuzuordnen.

Aufgrund des Verhältnisses von größter Breite des Stachelkörpers zur gesamten Stachellänge ist es möglich, Formtypen auseinanderzuhalten. Dabei kommt es durchaus vor, daß an einem Seeigel zwei Stacheltypen auftreten, z. B. lang keulenförmige auf der Apikalseite und keulenförmige an der Oralseite. Es wurde folgende Einteilung gewählt:

keulenförmig – Breite: Länge kleiner 1:4 (Abb. 3a)

lange keulenförmig –: 1:4–1:10 (Abb. 3b–e)

lang –: größer 1:10 (Abb. 3f)

Lange Stacheln sind oft abgebrochen; meist ist es jedoch möglich, die Länge in etwa abzuschätzen. Die angeführten Typen sollen als Anhaltspunkte und zur Vereinfachung einer tabellarischen Darstellung dienen.

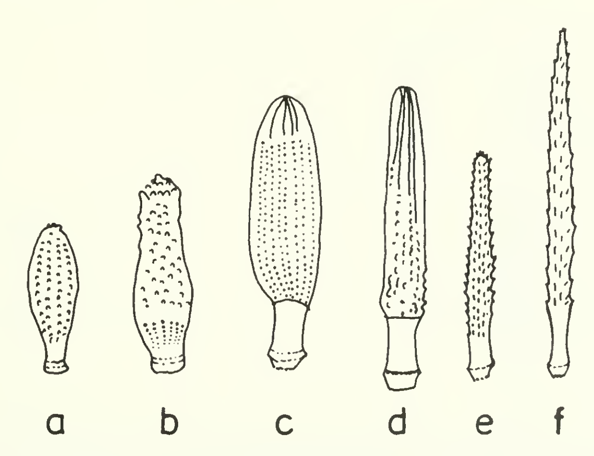


Abb. 3: Verschiedene Stachelformen. a–b: keulenförmig; c–e: lang keulenförmig; f: lang.
a: *Plegiocidaris propinqua*; b: *Pl. elegans*; c: *Pl. coronata;* d: *Pl. monilifera*; e–f: *Pl. blumbachi.*

Um Anhaltspunkte über die Verbreitung der drei Stachel-Typen zu gewinnen, insbesondere ihre Abhängigkeit von ökologischen Umständen, wie der Wassertiefe, wurde neben dem Vergleich der 4 folgenden fossilen Vorkommen (Tab. 1) auch die heutige Tiefenverteilung (S. ■) ermittelt. Dabei wurden Cidaridenfaunen sowohl aus der Literatur (Kelheim, Nattheim) als auch aufgesammeltes Material (Biburg, Sengenthal) verwendet. Bei Arten, von denen nur Koronen vorlagen, wurden die dazugehörigen Stacheln aus der Literatur (Cotteau, 1867–1874, Quenstedt, 1874) ermittelt.

AUFSCHLÜSSE IM MALM / CIDARIDEN-FAUNEN	KELHEIM ε - ζ		NATTHEIM ε		BIBURG β		SENGENTHAL α		Stachel-form
	Ko	St	Ko	St	Ko	St	Ko	St	
Plegiocidaris									
glandifera GOLDFUSS		1							k
Rhabdocidaris									
orbignyana AGASSIZ	4	2							lk
trigonacantha AGASSIZ		2							l
aff. *caprimontana* DESOR		4							lk breit
Diplocidaris									
gigantea AGASSIZ		div.							lk
Plegiocidaris									
perlata QUENSTEDT				1					lk
coronata-Formen				7					lk
marginata GOLDFUSS	div.	2	1	10					lk
depicta QUENSTEDT				2					k
Rhabdocidaris									
mitrata QUENSTEDT		div.		4					l
nobilis trilatera QUENSTEDT				5					l
bidentata QUENSTEDT				1					lk breit
cf. *trispinata* QUENSTEDT				12					lk breit
Diplocidaris									
pustilifera AGASSIZ			2	3					lk - l
alternans QUENSTEDT	1		1						/
Plegiocidaris									
quadritesselata QUENSTEDT			1		1				/
monilifera GOLDFUSS			1		2				lk
elegans MÜNSTER				3	2				k - lk
saemanni COTTEAU					1				/
Rhabdocidaris									
caprimontana DESOR						2			lk breit
Plegiocidaris									
coronata GOLDFUSS						3	1	56	lk
propinqua MÜNSTER						1		13	k
cucumifera AGASSIZ							1		k - lk
florigrana AGASSIZ								1	k - lk
florigemma PHILLIPS								3	lk (k)
blumbachi MÜNSTER		div.				2		2	lk
Rhabdocidaris									
spinulosa ROEMER			1	2		3		2	l

Tabelle 1. Vorkommen, Verteilung und Häufigkeit von Cidariden-Funden im Malm des Schwäbisch-Fränkischen Jura. Ko: Koronen; St: Stacheln; k: keulenförmig; l: lang; lk: lang keulenförmig; div.: diverse.

Kelheim: (Weißjura Epsilon – Zeta, ob. Kimmeridge – unt. Tithon). Der Diceraskalk ist nach SCHLOSSER (1881: 54) reich an Nerineen, Gastropoden, Bivalven, Brachiopoden und Korallen. BÖHM & LORIE (1885) führen 15 Seeigelarten auf.

Nattheim: (Weißjura Epsilon, Oberkimmeridge). Die wegen der gut erhaltenen, verkieselten Fossilien bekannte Fundstelle der Schwäbischen Alb liegt in einem Riffbereich, der bis westlich von Ulm reicht. Es wurden hier zahlreiche Riffkorallen gefunden, die von BECKER & MILASCHEWITSCH (1875) und MILASCHEWITSCH (1876) bearbeitet wurden. Die übrige Fauna ist nicht gesondert beschrieben. Die in Tab. 1 angeführten Echinodermen wurden der Arbeit QUENSTEDT's (1874) entnommen. Zur Fazies des Riffes konnten keine genaueren Angaben gefunden werden. MILASCHEWITSCH (1876:235) schreibt, daß die Korallenfauna mit ihren 125 Arten fast ausschließlich Riffbildnern angehört.

Biburg: (Weißjura Beta, Oberoxford). Echinodermen waren gegenüber der reichen sonstigen Fauna (s. SCHAIRER & YAMANI, 1982) relativ selten. Bei der Auswertung der Funde wurde deutlich, daß die Echinodermen vor allem im Randbereich des Riffes vorkommen. Im Riffkern wurden nur wenige Stücke gefunden.

Sengenthal: (Weißjura Alpha, Oberoxford). Während einer Grabung im Steinbruch der Heidelberger Zementwerk AG am Winnberg wurde aus den verschwammten Mergeln des Weißjura Alpha eine reiche Fauna gesammelt. Neben Schwammresten kamen kleine Schwämmchen und junge Perisphinctiden am häufigsten vor. Ebenfalls häufig waren Echinodermenreste. Auffallend war, daß es Partien gab, in denen Seeigel häufig, Balanocriniden und Eugeniacriniden eher selten waren. In anderen Gebieten waren Eugeniacriniden häufiger als Seeigel. Balanocriniden fehlten hier völlig oder waren selten.

In Tabelle 1 wurden die gewonnenen Daten dargestellt. Die Cidaridenarten sind chronologisch aufgelistet, so daß an der Basis die Fauna des Weißjura Alpha von Sengenthal steht, darüberfolgend die im Weißjura Beta von Biburg neu auftretenden Arten, usw. Dadurch wird deutlich, daß jede Fundstelle mehr oder weniger ihre eigene Fauna hat. Dies hat wohl phylogenetische Ursachen. Die Cidariden sind eine seit der Trias aufblühende Gruppe. So ist eine relativ schnelle Entwicklung und damit eine Reichweite einer Art über zwei oder drei Stufen hinweg gut vorstellbar. Vergleicht man, wie viele Arten eine Fundstelle mit einer stratigraphisch älteren gemeinsam hat, so findet man, daß durchweg vier Arten (bei jeder Fundstelle vier andere Arten) gemeinsam sind. Wären ökologische Ursachen für die Eigenständigkeit der Faunen einzelner Fundstellen verantwortlich, so wäre zu erwarten, daß beim Wechsel vom Schwammriff (Weißjura Beta) zum Korallenriff (Weißjura Epsilon) der gemeinsame Faunenanteil geringer wäre.

Betrachtet man die Stachelformen aller aufgeführten Cidariden, so erhält man folgendes Ergebnis:

langstachelig	4 Arten
lang keulenförmig	14 Arten
keulenförmig	6 Arten

	Kelheim ε-ζ	Nattheim ε	Biburg β	Sengenthal α	rezent*
Eugeniacriniden	–	1	–	3	
sonstige Crinoiden	?	9	–	3	
Cidariden	9	14	9	7	2
sonstige Echinoideen	15	29	1	1	14
Verhältnis Cidariden/sonst.Ech.	1:1,6	1:2	1:0,1	1:0,1	1:7
Stachelformen:					
lang	2	3	2	1	–
lang keulenförmig	5	6	5	4	5
keulenförmig	1	2	1	2	1

Tabelle 2. Vorkommen, Verteilung und Häufigkeit von Echinodermen-Funden im Malm des Schwäbisch-Fränkischen Jura, im Vergleich mit rezentem Material. *) nach CLARK (1976, 100).

Cidariden mit langen Stacheln sind demnach ziemlich selten.

Die rezenten Cidariden zeigen nach MORTENSEN (1928: 529) folgende Tiefenverteilung. Die Form der Stacheln wurde ebenfalls nach MORTENSEN bestimmt. Cidariden mit langen Stacheln haben danach ihr Häufigkeitsmaximum zwischen 200–300 m Tiefe, die übrigen bevorzugen geringere Wassertiefen zwischen 50 m und weniger.

Wassertiefe (m)	Arten gesamt	Stacheln l	lk	k
0– 25	26	7	13	2
16– 50	27	12	9	1
51– 100	44	27	8	1
101– 200	65	41	4	
201– 300	68	44	2	
301– 400	61	40	2	
401– 500	49	27	1	
501– 600	36	21	1	
601–1000	30	18		
1001–2000	14	5		
2001–3000	3	1		
3001–4000	3	2		

l = langstachelig, lk = lang keulenförmig, k = keulenförmig

MORTENSEN (1930) ist der Ansicht, daß die Cidariden noch in voller Blüte stehen. Heute sind 150 Arten und Varietäten bekannt. Die gesamte Anzahl wird auf 200 geschätzt. Dies ist eine Zahl, die weder im Jura noch in der Kreide wesentlich übertroffen wurde. Im Jura und in der Kreide scheint ihr Entwicklungszentrum in Europa gelegen zu haben. Aus diesem Raum sind ca. 600 Cidaridenarten bekannt. Im Zuge der Nord-Drift der Kontinente (in Jura und Kreide 20–30° heute 40–50° Nord) und einer Klimaverschlechterung wanderten sie in den Indopazifik ab, wo heute 86 Arten leben. Mehr als die Hälfte davon (48 Arten) kommen im Malaischen Archipel vor.

Wie schon erwähnt, kommen Cidariden mit keulen- bis lang keulenförmigen Stacheln heute bevorzugt zwischen 0 und 25 m vor. Ihr Hauptverbreitungsgebiet sind die Riffe des Malaischen Archipels. Sie bevorzugen Lebensräume mit zahlreichen Unterschlupfmöglichkeiten. Die Biotope der fossilen Cidariden-Vorkommen (Schwamm- und Korallenriffe) dürften (vergl. Tab. 1) dem der rezenten ziemlich ähnlich gewesen sein.

Schriftenverzeichnis

BECKER, E. (1875): Die Korallen der Nattheimer Schichten. – Palaeontographica, **21**: 121–164, 3 Taf.; Kassel.

BECKER, E. & MILASCHEWITSCH, C. (1875): Die Korallen der Nattheimer Schichten. – ebenda **21**: 165–185, 5 Taf.; Kassel.

BÖHM, A. & LORIÉ, J. (1885): Die Echinodermen des Kelheimer Diceras-Kalkes. – Palaeontographica, **11**, N. F.: 195–223, 2 Taf.; Stuttgart.

CLARK, A. M. (1976): Echinoderms of Coral Reefs. – in JONES, O. A. & EDEAN, R. (ed.): Biology and geology of Coral Reefs III, 435 S.; New York (Academic Press).

COTTEAU, P. (1867): Échinides irréguliers terrain Jurassique. – Paléontologie française, **9**: 551 S., 141 Taf.; Paris.

COTTEAU, P. (1875–80): Échinides réguliers terrain Jurassique. – Paléontologie française, **10**: 466 S., 520 Taf.; Paris.

Cotteau, G. H. & Triger, J. G. (1857–69): Échinides du departement de la Sarthe. – 455 S., 75 Taf., 2 Tab.; Paris (Balliére et Fils).
Deeke, W. (1929): Echinoidea jurassica, Fossilium catalogus, I Animalia Pars 39. – 540 S,; Berlin (W. Junk).
Desor, E. (1858): Synopsis des Échinides fossiles. – 490 S., 44 Taf.; Paris.
Hess, H. (1975): Die fossilen Echinodermen des Schweizer Juras. – Veröff. Naturhist. Mus. Basel, 8: 1–30, 48 Taf., 57 Abb., 2 Tab.; Basel.
Milaschewitsch, C. (1876): Die Korallen der Nattheimer Schichten. – Palaeontographica, **21**: 185–241, 5 Taf.; Kassel.
Mortensen, Th. (1928): A monograph of the Echinoidea, I, Cidaroidea. – 551 S., 88 Taf.; Kopenhagen.
Mortensen, Th. (1930): The geographical distribution of Cidaris. – Estr. Arch. Zool. Ital. **15**: 305–312; Neapel.
Quenstedt, F. A. (1858): Der Jura. – 842 S., 42 Abb., 100 Taf.; Tübingen (Laupp).
Quenstedt, F. A. (1874): Echinodermen. – 720 S., 114 Taf.; Leipzig (Fues).
Römer, F. A. (1836–39): Die Versteinerungen des norddeutschen Oolithengebirges. – 218 S., 16 Taf.; Nachtrag: 59 S., 5 Taf. (1839); Hannover (Hahn)
Schairer, G. & Yamani, S.-A. (1982): Die Schwammkalke von Biburg bei Weißenburg/Bayern (Oberoxford, Südliche Frankenalb). – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **22**: 9–17, 5 Abb.; München.
Schlosser, M. (1881): Die Fauna des Kelheimer Diceras-Kalkes Erste Abt.: Vertebrata, Crustacea, Cephalopoda u. Gastropoda. – Palaeontographica, **28**: 41–110, 5 Taf.; Kassel.
Schlotheim, E. F. (1820): Die Petrefaktenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte durch die Beschreibung seiner Sammlung versteineter und fossiler Überreste des Tier- und Pflanzenreichs der Vorwelt erläutert. – 378 S., 15 Taf.; Gotha (Becker).

Tafelerläuterungen

Tafel 1

Fig. 1: *Plegiocidaris elegans* (Münster) Apikalseite. x 2. 1980 XXX 423.
Fig. 2: *Plegiocidaris elegans* (Münster). x 2. 1980 XXX 423.
Fig. 3: *Plegiocidaris saemanni* (Cotteau). x 1 1980 XXX 424.
Fig. 4: *Plegiocidaris monilifera* (Goldfuss). x 2. 1980 XXX 425.
Fig. 5: *Rhabdocidaris caprimontana* (Desor). x 1. 1980 XXX 426.
Fig. 6: *Plegiocidaris coronata* (Schlotheim). x 2. 1980 XXX 427.
Fig. 7: *Rhabdocidaris* cf. *caprimontana* (Desor). x 1. 1980 XXX 428.
Fig. 8: *Plegiocidaris blumbachi* (Münster). x 2. 1980 XXX 429.
Fig. 9: *Plegiocidaris coronata* (Schlotheim). x 2. 1980 XXX 430.
Fig. 10: *Polycidaris spinulosa* (Roemer). x 1. 1980 XXX 431.
Fig. 11: *Plegiocidaris propinqua* (Münster). x 4. 1980 XXX 432.
Fig. 12: *Collyrites cardiopelta* cf. *carinatus* (Leske). x 1. 1980 XXX 433.



KÄSTLE, B.: Echinozoa der Schwammkalke von Biburg **Tafel 1**